ROHDE & SCHWARZ

UHF – EICHLEITUNG
UHF ATTENUATOR SET
DPU 100.8960...

BESCHREIBUNG

UHF-EICHLEITUNG

DPU

100.8960.50	100.8960.60	100.8960.70
(BN 180433/50)	(BN 180433/60)	(BN 180433/75)

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 17

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei Anforderung von Ersatzteilen, außer Typ und Bestellnummer immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Printed in West Germany

R 28000 Bl. 1

Inhaltsübersicht

1.	**Eigenschaften**	3
1.1.	Anwendung	3
1.2.	Arbeitsweise und Aufbau	4
1.3.	Technische Daten	4
1.4.	Empfohlene Ergänzungen	5
2.	**Betriebsvorbereitung und Bedienung**	6
2.1.	Betriebsvorbereitung	6
2.1.1.	Umrüsten der Anschlüsse	6
2.2.	Bedienung	7
2.2.1.	Anschließen der Eichleitung	7
2.2.2.	Wellenwiderstandsanpassung	7
2.2.3.	Reflexionsverminderung durch Dämpfungsglied	8
2.2.4.	Vermeiden von Störspannungen	9
2.2.4.1.	Prüfen der Schirmung von Meßsender und Meßempfänger	9
2.2.4.2.	Entstehen einer Störspannung	9
2.2.5.	Einstellen der Eingangsspannung	10
2.2.6.	Einstellen der Dämpfung	10
2.2.7.	Elektrische Länge und Laufzeit	11
2.2.8.	Messen von Pulsspannungen	11
2.2.9.	Anwendungsbeispiele	13
2.2.9.1.	Dämpfungs- und Verstärkungsmessung	13
2.2.9.2.	Herstellen kleiner Spannungen	14
2.2.9.3.	Ermitteln der Rauschzahl eines Empfängers	15
3.	**Wartung und Reparatur**	15
3.1.	Ersetzen eines Dämpfungsgliedes	15

1. Eigenschaften

1.1. Anwendung

Mit der umschaltbaren UHF-Eichleitung DPU (Bild 1 – 1) können Gleichspannungen und Wechselspannungen bis 2 GHz in 140 Dämpfungsschritten zu je 1 dB herabgeteilt werden; sie eignet sich daher besonders für Dämpfungs- und Verstärkungsmessungen und zum Herstellen kleiner Spannungen. Durch die dichte Schirmung bleibt die Genauigkeit der Messung auch bei den höchsten eingeschalteten Dämpfungswerten erhalten.

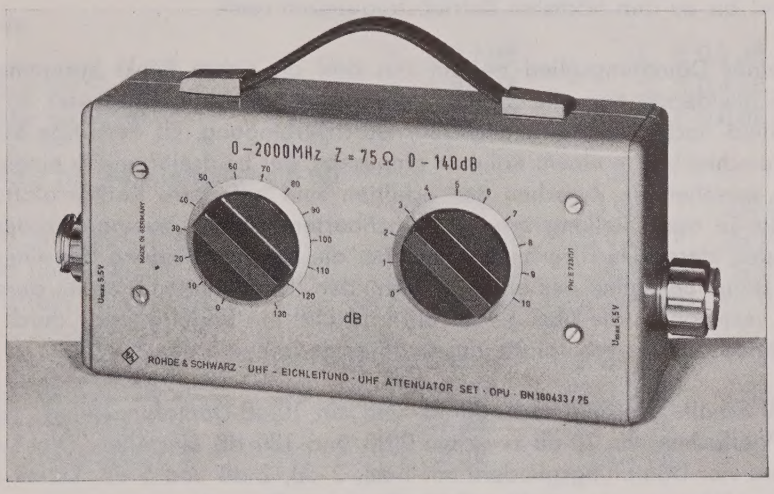

Bild 1–1 UHF-Eichleitung DPU 100.8960... (BN 180433/..)

Die elektrische Länge und damit die Laufzeit des Leitungsstückes sind nahezu unabhängig von Frequenz und Dämpfung, so daß selbst ns-Impulse noch weitgehend verzerrungsfrei übertragen werden. Ein- und Ausgang sind vertauschbar und sehr reflexionsarm. Mechanische Beanspruchung, Temperatur und Feuchtigkeit haben keinen merklichen Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften. Das Gerät ist deshalb auch unter erschwerten klimatischen Bedingungen verwendbar.

Ein- und Ausgangsanschluß können unter Verwendung von Umrüstsätzen mit wenigen Handgriffen auf andere Buchsen- und Steckersysteme umgestellt werden. Die im Abschnitt 1.3. angegebenen Werte werden jedoch in vollem Umfang nur bei Ausrüstung mit den Anschlüssen Präzisions-DEZIFIX B eingehalten.

Die Eichleitung wird in drei Ausführungen für die genormten Wellenwiderstände 50 Ω, 60 Ω und 75 Ω geliefert. Erfordert der Meßaufbau unterschiedliche Wellenwiderstände am Ein- und Ausgang der Eichleitung, so können bis 1 GHz zusätzlich Anpassungsglieder der Typenreihe DAF mit den Widerstandsverhältnissen 50 Ω : 60 Ω, 50 Ω : 75 Ω und 60 Ω : 75 Ω verwendet werden. Weichen die Wellenwiderstände der anzuschließenden

Geräte oder Kabel von den genormten Werten ab, so können die entstehenden Reflexionen durch Zwischenschalten von UHF-Dämpfungsgliedern DPF wesentlich verringert werden. In beiden Fällen erhöht sich die Grunddämpfung des Meßaufbaus, die jedoch bei der Messung nicht berücksichtigt zu werden braucht, solange die Eichleitung im Meßkreis bleibt. Auch die Anpassungs- und UHF-Dämpfungsglieder sind auf andere Anschlußsysteme umrüstbar.

1.2. Arbeitsweise und Aufbau

Die Eichleitung enthält schaltbare Widerstands-T-Glieder, die nach den Gesichtspunkten der Koaxialtechnik aufgebaut sind. Durch sorgfältige Entzerrung bleibt ihr Wellenwiderstand bis zu den höchsten Betriebsfrequenzen reell.

Ein einzelnes Dämpfungsglied besteht aus drei an einem Punkt zusammengelöteten Kohleschichtwiderständen, die in einen Schlitten eingebaut sind. Dieser enthält außer dem T-Glied noch eine dämpfungsfreie Durchverbindung. Elf derartige Schlitten sind einzeln verschiebbar in einem Rahmen eingesetzt, der beidseitig mit je einem koaxialen Anschluß versehen ist. Zwischen den Schlitten sind gefederte Kontaktplättchen angebracht, die je nach Stellung zweier benachbarter Schlitten zueinander deren Dämpfungsglieder, deren Durchverbindungen oder die Durchverbindung des einen Schlittens mit dem Dämpfungsglied des anderen verbinden. Die Schlitten werden durch Nockenscheiben verschoben, die über je ein Stirnrad und ein Kegelradpaar durch den zugehörigen Knopf an der Frontplatte des Gerätes gedreht werden.

Der 10-dB Schalter betätigt sechs 20-dB- und ein 10-dB-Dämpfungsglied; damit lassen sich alle Vielfachen von 10 dB zwischen 0 dB und 130 dB einstellen. Die 1-dB-Dekade besteht aus vier Dämpfungsgliedern mit 1 dB, 2 dB, 2 dB und 5 dB. Damit kann jeder ganzzahlige Wert zwischen 0 dB und 10 dB eingestellt werden.

1.3. Technische Daten

Frequenzbereich	0 ... 2 GHz
Dämpfungsbereich	0 ... 140 dB in 10-dB- und 1-dB-Stufen schaltbar
Anschlüsse	Präzisions-DEZIFIX B (Rohrsockel) DIN 47285, umrüstbar
Wellenwiderstand Z	
100.8960.50 (BN 180433/50)	50 Ω
100.8960.60 (BN 180433/60)	60 Ω
100.8960.70 (BN 180433/75)	75 Ω
Welligkeitsfaktor s (VSWR) bei Abschluß mit Z	
bis 1,5 GHz	< 1,15
von 1,5 ... 2 GHz	< 1,3
Zulässige Eingangsleistung	0,4 W

Zulässige Eingangsspannung U_{eff}

100.8960.50 (BN 180433/50)	4,5 V
100.8960.60 (BN 180433/60)	5,0 V
100.8960.70 (BN 180433/75)	5,5 V

Zulässige Impulsspannung . . . . . max. 300 V (Bild 2-6 beachten)

Fehlergrenzen der Dämpfung	0. . . 1,5 GHz	1,5 . . . 2 GHz
1-dB-Stufen		
je Stufe	≦ ± 0,05 dB	≦ ± 0,1 dB
Gesamtfehler	≦ ± 0,15 dB typ. ≦ ± 0,1 dB	≦ ± 0,2 dB
10-dB-Stufen		
je Stufe	≦ ± 0,1 dB	≦ ± 0,2 dB
Gesamtfehler bis 50 dB	≦ ± 0,2 dB	≦ ± 0,4 dB
Gesamtfehler ab 60 dB	≦ ± 0,4 dB	≦ ± 0,8 dB

Restdämpfung bei Schalterstellung 0 dB

	Gleichsp.	0,3 GHz	1,0 GHz
100.8960.50 (BN 180433/50)	≦ 0,006 dB	≦ 0,25 dB	≦ 0,6 dB
100.8960.60 (BN 180433/60)	≦ 0,013 dB	≦ 0,30 dB	≦ 0,7 dB
100.8960.70 (BN 180433/75)	≦ 0,0026 dB	≦ 0,25 dB	≦ 0,6 dB

	1,5 GHz	2 GHz
100.8960.50 (BN 180433/50)	≦ 0,8 dB	≦ 1,0 dB
100.8960.60 (BN 180433/60)	≦ 0,9 dB	≦ 1,2 dB
100.8960.70 (BN 180433/75)	≦ 0,8 dB	≦ 1,0 dB

Elektrische Leitungslänge . . . . . etwa 42 cm

Laufzeit . . . . . etwa 1,4 ns

Änderung der Laufzeit
über den gesamten Dämpfungsbereich . < 0,03 ns
über den gesamten Frequenzbereich . . < 0,01 ns

Arbeitstemperatur . . . . . +15 . . . +45 °C

Abmessungen . . . . . B 335 mm, H 145 mm, T 115 mm

Gewicht . . . . . etwa 4,0 kg

1.4. Empfohlene Ergänzungen

Anpassungsglied DAF (0 . . . 1 GHz)	100.1872.02 (BN 18083) 60 : 75 Ω 100.1889.02 (BN 18084) 50 : 75 Ω 100.1895.02 (BN 18085) 50 : 60 Ω
UHF-Dämpfungsglied (0 . . . 4 GHz, 10 dB)	100.1814.50 (BN 18061/50) 50 Ω 100.1814.60 (BN 18061/60) 60 Ω

2. Betriebsvorbereitung und Bedienung

2.1. Betriebsvorbereitung

2.1.1. Umrüsten der Anschlüsse

Beide Präzisions-DEZIFIX-B-Anschlüsse können in einfacher Weise auf andere Stecker- und Buchsensysteme umgerüstet werden. Dadurch werden die Fehlergrenzen der Dämpfung nicht verändert, der Welligkeitsfaktor kann jedoch erheblich ansteigen. Es ändert sich auch die elektrische Länge des Leitungsstückes. Mit manchen Steckersystemen können sich bei Messungen Schwierigkeiten ergeben, wenn höchste Dämpfungswerte eingeschaltet werden.

Zur Umrüstung wird der Außenleiter des Anschlusses mit dem Montageschlüssel, der Innenleiter mit einem 4-mm-Schraubenzieher herausgeschraubt und beide Teile durch die des Umrüstsatzes ersetzt. Es können folgende Sätze geliefert werden:

Anschluß	Wellenwiderstand	Bestellnummer des Umrüstsatzes
DEZIFIX A	50 Ω	FA 018.1915
PREZIFIX A	50 Ω	FA 018.1980
HF-Buchse 4,1/9,5	50 Ω	FK 017.8516
HF-Stecker 4,1/9,5	50 Ω	FK 017.9106
HF-Buchse 3,5/9,5	60 Ω	FK 017.8580
HF-Stecker 3,5/9,5	60 Ω	FK 017.9158
HF-Buchse 7/16	50 Ω	FK 017.8739
HF-Stecker 7/16	50 Ω	FK 017.9258
HF-Buchse 6/16	60 Ω	FK 017.8780
HF-Stecker 6/16	60 Ω	FK 017.9306
BNC-Buchse	50 Ω	FJ 017.5730
BNC-Stecker	50 Ω	FJ 017.7832
BNC-Buchse	75 Ω	FJ 017.5846
C-Buchse	50 Ω	FJ 017.5530
C-Stecker	50 Ω	FJ 017.7761
C-Buchse	75 Ω	FJ 017.5575
HN-Buchse	50 Ω	FJ 017.5998
HN-Stecker	50 Ω	FJ 017.7978
N-Buchse	50 Ω	FJ 017.5398
N-Stecker	50 Ω	FJ 017.7532
N-Buchse	75 Ω	FJ 017.5446
N-Stecker	75 Ω	FJ 017.7655
UHF-Buchse	50 Ω	FJ 017.5217
UHF-Stecker	50 Ω	FJ 017.7384
UHF-Buchse	75 Ω	FJ 017.5252
General Radio 874 B	50 Ω	FJ 017.9564
General Radio 900	50 Ω	FJ 017.9706
Marconi H 4	50 Ω	FJ 017.9835

Montageschlüssel FG 019.1883 und FG 019.1890

2.2. Bedienung

2.2.1. Anschließen der Eichleitung

Die Eichleitung kann richtungsunabhängig in den Meßaufbau eingefügt werden; jeder der beiden Anschlüsse kann als Eingang oder Ausgang dienen. Die Verbindung mit den anderen Geräten soll möglichst direkt, d. h. ohne Kabel erfolgen. Ist dies aus räumlichen Gründen nicht möglich, sollen kurze Koaxialkabel verwendet werden, deren Wellenwiderstand mit dem der Eichleitung übereinstimmt und deren Welligkeitsfaktor (VSWR) 1,2 nicht überschreitet. Diese Forderungen gelten auch für die an der Eichleitung angeschlossenen Geräte. Nur so sind einwandfreie Ergebnisse zu erzielen, besonders bei hohen Frequenzen, für die die Eichleitung DPU gleich gut geeignet ist. Ob die Eichleitung zwischen Meßobjekt und Sender oder Meßobjekt und Empfänger eingeschaltet wird, hängt von den im Abschnitt 2.2.5. angeführten Gesichtspunkten ab.

2.2.2. Wellenwiderstandsanpassung

Die Eichleitung kann ein- oder beidseitig mit Meßgeräten abweichenden Wellenwiderstandes zusammengeschaltet werden. Dies ist durch Einfügen eines Anpassungsgliedes DAF zwischen Eichleitung und Meßgerät möglich, wenn die Frequenz der Meßspannung nicht mehr als 1000 MHz beträgt. R & S liefert folgende Ausführungen:

Ausführung	Z-Übersetzung	Dämpfung	f
100.1872.02 (BN 18083)	von 60 Ω auf 75 Ω	4 dB	0 . . . 1000 MHz
	von 75 Ω auf 60 Ω	6 dB	
100.1889.02 (BN 18084)	von 50 Ω auf 75 Ω	4,2 dB	
	von 75 Ω auf 50 Ω	7,8 dB	
100.1895.02 (BN 18085)	von 50 Ω auf 60 Ω	4,2 dB	
	von 60 Ω auf 50 Ω	5,8 dB	

Das Anpassungsglied wird, wie Bild 2-1 zeigt, in den Meßaufbau geschaltet. Die richtungsabhängige Eigendämpfung der Glieder muß nur dann berücksichtigt werden, wenn

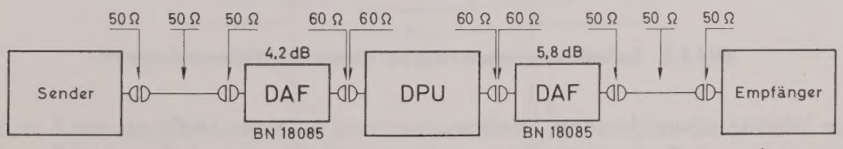

Bild 2-1 Wellenwiderstandsanpassung

diese im Verlauf der Messung entfernt oder hinzugefügt werden. Der Meßsender muß in jedem Fall eine entsprechend höhere EMK liefern, um die zusätzliche Dämpfung auszugleichen.

2.2.3. Reflexionsverminderung durch Dämpfungsglied

Haben Meßgeräte, Meßobjekt oder Verbindungskabel nicht nur unterschiedliche, sondern auch von den genormten Werten abweichende Wellenwiderstände, so können dadurch entstehende Reflexionen durch Zwischenschalten von UHF-Dämpfungsgliedern DPF (10 dB) verringert werden. Das 10-dB-Glied teilt die Meßspannung (vorlaufende Spannung) um den Faktor 3,16, die Reflexion jedoch um den Faktor 10. Ein Beispiel ist im

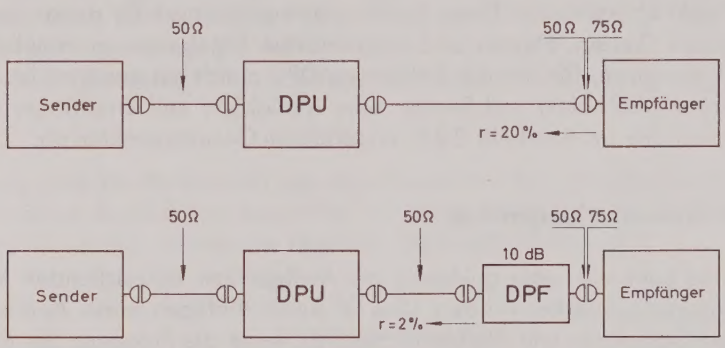

Bild 2-2 Reflexionsverminderung durch Dämpfungsglied

Bild 2-2 dargestellt, obwohl in diesem Fall unterschiedlicher genormter Wellenwiderstände wegen der geringeren Dämpfung besser ein Anpassungsglied DAF gewählt würde.

Für die Verwendung des 10-dB-Dämpfungsgliedes DPF gilt folgende Regel: An die Eichleitung kann über ein UHF-Dämpfungsglied gleichen Wellenwiderstandes jedes Gerät angepaßt werden, dessen Wellenwiderstand 1/3 bis das 3-fache des Wellenwiderstandes der Eichleitung beträgt. Bei den Extremwerten ergibt sich dann eine Reflexion von max. 5 % (VSWR = 1,105). Bild 2-3 zeigt die Anpassung eines Meßobjekts mit von den ge-

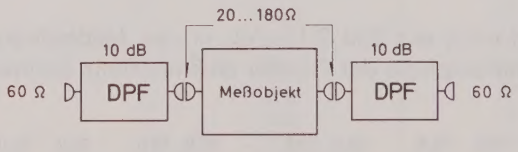

Bild 2-3 Reflexionsverminderung bei variablem Wellenwiderstand

normten Werten abweichendem Wellenwiderstand an einen Meßkreis mit Z = 60 Ω. Zu beachten ist hier, daß alle Meßwerte nur für den Fall gelten, daß das Meßobjekt auch nach der Messung beidseitig an Geräte mit 60 Ω Innenwiderstand angeschlossen wird. Die in den Bildern 2-1 bis 2-3 dargestellten Anpassungsmöglichkeiten lassen sich auch kombinieren und erweitern dadurch den Anwendungsbereich der Eichleitung DPU beträchtlich.

2.2.4. Vermeiden von Störspannungen

Die Genauigkeit des eingestellten Dämpfungswertes ist in erster Linie von der Genauigkeit der einzelnen Widerstände in den Dämpfungsgliedern abhängig, weshalb diese sehr eng toleriert sind. Bei hohen Dämpfungen, d. h. bei sehr kleinen Ausgangsspannungen, setzt eine exakte Teilung außerdem voraus, daß vom Eichleitungseingang keine Energie unter Umgehung der Eichleitung an den Ausgang gelangt. Diese Voraussetzung erfüllt die Eichleitung DPU durch ihren koaxialen Aufbau und die sorgfältige Schirmung. Trotzdem kann der Fall eintreten, daß bei hohen Dämpfungen am Eingang des Meßempfängers eine höhere Spannung steht, als sich aus der eingeschalteten Dämpfung errechnen läßt, oder daß sich eine sehr kleine Spannung nicht realisieren läßt, obwohl eine entsprechende Dämpfung eingeschaltet ist. Der Grund für diese Erscheinung ist eine Störspannung, die sich der Nutzspannung überlagert und die beseitigt werden muß, bevor mit der Messung begonnen wird. Die Störspannung entsteht durch die Art der Verbindung der Einzelgeräte des Meßaufbaus miteinander und mit dem Netz, häufig auch durch mangelhafte Schirmung des Meßsenders oder -empfängers.

2.2.4.1. Prüfen der Schirmung von Meßsender und Meßempfänger

Dazu wird der Empfängereingang vom Meßaufbau getrennt und mit einem Koaxialen Abschlußwiderstand (z. B. RMC) abgeschlossen. Bei auf die Meßfrequenz abgestimmten Geräten und maximaler Empfängerempfindlichkeit darf außer Rauschen keine Spannung angezeigt werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, nach Herstellen aller Verbindungen an der Eichleitung die Maximaldämpfung von 140 dB einzuschalten. Bei einer Senderspannung von z. B. 5 V gelangen dann noch 0,5 µV an den Empfängereingang. Die Empfindlichkeit der meisten Empfänger reicht bei Frequenzen über 1 GHz nicht aus, diese Spannung aus dem Rauschen herauszuheben. Tritt trotzdem eine Anzeige auf, so liegt ein Fehler vor.

2.2.4.2. Entstehen einer Störspannung

Aus den vielen Möglichkeiten der Entstehung einer Störspannung ist im Bild 2-4 ein einfaches, für viele Fälle geltendes Beispiel dargestellt. Zwischen der Masse des Senders

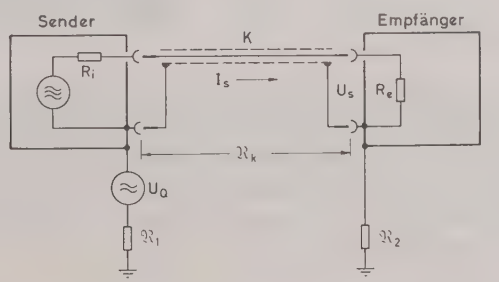

Bild 2-4 Entstehen einer Störspannung

und der Masse des Meßgerätes (Empfänger) ist eine Störspannungsquelle U_Q wirksam, die einen Strom I_s über den Außenleiter des Koaxialkabels K mit dem Widerstand $\mathfrak{R}_k$ flie-

ßen läßt. Der am Empfängereingang R_e auftretende Störspannungsanteil ist

$$U_S = I_S \cdot \Re_k = U_Q \cdot \frac{\Re_k}{\Re_1 + \Re_2 + \Re_k} \qquad (R_e \gg R_i)$$

Er wird um so geringer, je größer die Widerstände $\Re_1$ und $\Re_2$ sind und je kleiner $\Re_k$ ist, der sich aus dem Widerstand des Kabel-Außenleiters und dem Kopplungswiderstand der beiden Stecker zusammensetzt. Es ist daher besonders wichtig, daß die Stirnflächen der Steckverbindungen am ganzen Umfang einwandfrei aufliegen. Punktförmige Kontaktgabe, die durch Schlagverletzung, Oxydation, Staub oder Fett verursacht wird, erhöht den Kopplungswiderstand besonders bei hohen Frequenzen beträchtlich.

Die Störspannung U_Q kann mit der Frequenz der Signalspannung oder mit Netzfrequenz (Brumm) auftreten. Netzspannung gelangt häufig über die Wicklungskapazität des Netztransformators oder andere Streukapazitäten in den Meßkreis. Auch Erdleitungen, durch die Netzwechselströme fließen oder Leitungsschleifen, in denen durch magnetische Felder Spannungen induziert werden, sind mögliche Störquellen.

2.2.5. Einstellen der Eingangsspannung

Die Eingangsspannung soll so eingestellt werden, daß das Instrument des Meßempfängers einen Ausschlag möglichst im oberen Drittel der Skala zeigt (s. auch Abschnitt 2.2.9.). Dabei ist zu beachten, daß an die Eichleitung keine höhere Spannung angelegt wird, als nach Abschnitt 1.3. zulässig ist (Eingangsleistung max. 0,4 W), und daß das Meßobjekt nicht übersteuert wird. Diese zwei Bedingungen bestimmen in den meisten Fällen, ob die Eichleitung vor oder hinter das Meßobjekt geschaltet wird. Die Spannung am Ausgang der Eichleitung läßt sich wie im Abschnitt 2.2.9.2. angegeben errechnen. Zwischen zwei 1-dB-Stufen liegende Werte können ermittelt werden, wenn die Eingangsspannung so eingestellt wird, daß das Meßinstrument auf linearer Skala 85 % des Vollausschlages anzeigt. Im Bereich von 80 . . . 90 % (±5 %) entspricht dann 1 % (bei 100teiliger Skala = 1 Teilstrich) 0,1 dB. Das Eichen der Skala und die rechnerische Interpolation erübrigen sich damit.

2.2.6. Einstellen der Dämpfung

Die Dämpfung wird mit den zwei Knöpfen an der Frontplatte des Gerätes eingestellt. Da die Dämpfungswerte in der Frontplatte eingraviert sind, ist die erforderliche Drehrichtung der Knöpfe unmittelbar ersichtlich. Die eingestellte Dämpfung der Eichleitung ergibt sich durch Addition der zwei angezeigten Werte. Bei Absolutspannungsmessungen muß noch die frequenzabhängige Restdämpfung (Dämpfung bei Schalterstellung 0 dB) nach Abschnitt 1.3. hinzugezählt werden.

Bleibt bei Relativmessungen das Gerät im Leitungszug eingeschaltet, so wird die Restdämpfung eliminiert. Zwischen den 1-dB-Stufen liegende Dämpfungswerte können am Anzeigeinstrument des Meßempfängers ermittelt werden (Abschnitt 2.2.5.).

2.2.7. Elektrische Länge und Laufzeit

Die elektrische Länge der Eichleitung beträgt bei Geräten mit Präzisions-DEZIFIX-B-Anschlüssen etwa 42 cm (gemessen bei 300 MHz). Das entspricht einer Laufzeit von 1,4 ns. Da die elektrische Länge eines Dämpfungsgliedes und einer dämpfungsfreien Durchverbindung praktisch gleich sind, ist die elektrische Gesamtlänge der Leitung weitgehend unabhängig von der eingestellten Dämpfung. Die beim Umschalten auftretenden Laufzeitänderungen, die elektrisch bedingt sind, bleiben in jedem Fall kleiner als 0,05 ns und können daher in den meisten Fällen unberücksichtigt bleiben. Wird die Eichleitung auf ein anderes Steckersystem umgerüstet, so kann sich die elektrische Länge entsprechend ändern.

2.2.8. Messen von Pulsspannungen

Die Eichleitung DPU ist wegen ihrer großen Bandbreite und der bei allen Schaltstellungen gleichbleibenden elektrischen Länge zur Übertragung von Pulsspannungen bis in den ns-Bereich geeignet (Bild 2-5). Dabei kann die Spitzenspannung U_s abhängig von der

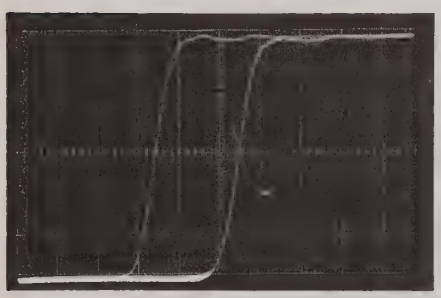

Bild 2-5 ns-Impuls am Eingang und am Ausgang (A) der Eichleitung (1 ns/cm).

Impulsbreite τ und dem Tastverhältnis T/τ über den bei Sinusspannung zulässigen Effektivwert (etwa 5 V) bis zum Grenzwert 300 V erhöht werden. Die zulässigen Werte können Bild 2-6 entnommen werden; sie müssen unterhalb der dargestellten Belastungs-Grenzkurve liegen.

Beispiel: $\tau = 10$ ms. Bei einem Tastverhältnis von 4 sind 10 V, bei einem Tastverhältnis von 100 50 V zulässig. Das Tastverhältnis kann beliebig vergrößert werden, die Spitzenspannung darf jedoch höchstens 125 V betragen. Dieser Grenzwert sinkt mit zunehmender Impulsbreite τ und erreicht für Werte > 100 s etwa 5 V.

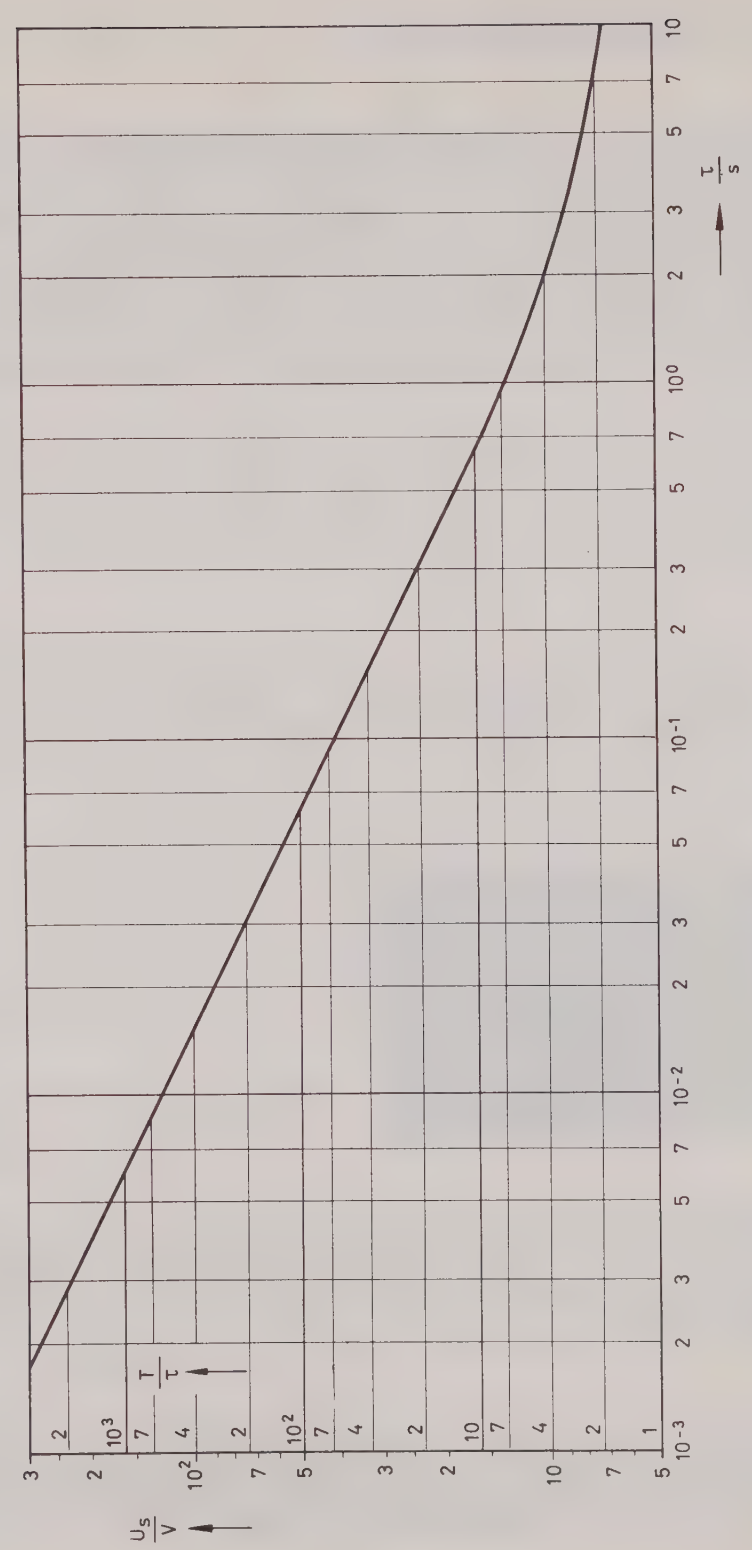

Bild 2-6 Belastbarkeit mit Pulsspannungen

2.2.9. Anwendungsbeispiele

2.2.9.1. Dämpfungs- und Verstärkungsmessung

Diese Messungen sind meist Relativspannungsmessungen. Die EMK liefert ein Meßsender, das Ergebnis zeigt ein selektiver oder breitbandiger Empfänger an. Frequenz, Genauigkeit und Empfindlichkeit dieser Geräte sind durch die Meßaufgabe festgelegt. Es ist wichtig, daß Ein- und Ausgangswiderstand des angeschlossenen Meßobjekts reell sind (VSWR < 1,2) und einen der genormten Wellenwiderstände haben. Bei unterschiedlichen Wellenwiderständen muß ein Anpassungsglied DAF (Abschnitt 2.2.2.), bei zu gro-

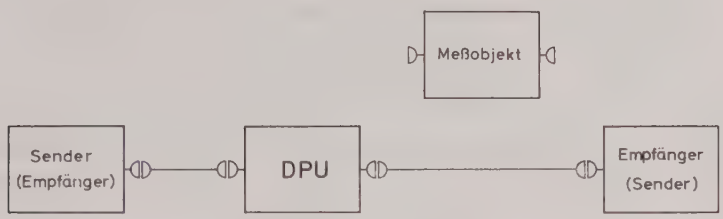

Bild 2-7 Dämpfungs- und Verstärkungsmessung

ßen Reflexionswerten der angeschlossenen Geräte ein 10-dB-Dämpfungsglied DPF (Abschnitt 2.2.3.) zwischengeschaltet werden. Den Meßaufbau zeigt Bild 2-7. Während der Messung wird nur das Meßobjekt aus dem Aufbau entfernt. Die Zuleitungen werden direkt verbunden.

Dämpfungsmessung: An der Eichleitung eine etwas größere Dämpfung a_1 einstellen, als der mutmaßlichen Dämpfung des Meßobjekts entspricht. Beispiel:

$$a_1 = a_M + 10 = 80\,\text{dB}$$

Meßobjekt entfernen und Direktverbindung herstellen. Meßempfänger wenn nötig abstimmen und EMK nach Abschnitt 2.2.5. so einstellen, daß sich auf linearer Skala eine Anzeige von 85 % des Vollausschlages ergibt. Meßobjekt vor oder hinter Eichleitung in den Leitungszug schalten und Dämpfung der Eichleitung verringern, bis die Anzeige 85 ± 5 % des Vollausschlages wieder erreicht ist. Diese Dämpfung a_2 betrage im vorliegenden Beispiel 12 dB. Dann ergibt sich die Dämpfung des Meßobjekts

$$a = a_1 - a_2 = 80 - 12 = 68\,\text{dB}$$

Würde bei der Einstellung von a_2 z. B. nur ein Ausschlag von 81 % erreicht, so wäre die Dämpfung der Eichleitung um etwa 0,4 dB zu groß und die genaue Dämpfung des Meßobjekts wäre

$$a = 68 + 0{,}4 = 68{,}4\,\text{dB}.$$

Verstärkungsmessung: Die Messung erfolgt im wesentlichen wie vorher, nur wird von 0 dB oder einer geringen Grunddämpfung a_1 (z. B. 10 dB) der Eichleitung ausgegangen, 85 % des Vollausschlages eingestellt und nach Einschalten des Meßobjekts die Dämpfung der Eichleitung so weit erhöht, daß sich wieder die Anzeige 85 ± 5 % des Vollausschlages ergibt. Im vorliegenden Beispiel betrage die Dämpfung $a_2 = 53$ dB, die Anzeige 88 %. Dann errechnet sich die Verstärkung des Meßobjekts zu

$$V = a_2 - a_1 + 0{,}3 = 53 - 10 + 0{,}3 = 43{,}3\,\text{dB}$$

2.2.9.2. Herstellen kleiner Spannungen

In der Anordnung nach Bild 2-8 lassen sich Spannungen der Größenordnung mV und µV auch bei hohen Frequenzen genau einstellen. Ein Spannungsmesser mit Durchgangskopf mißt die Oberspannung U_1, die durch die Eichleitung auf die Spannung U_2 herab-

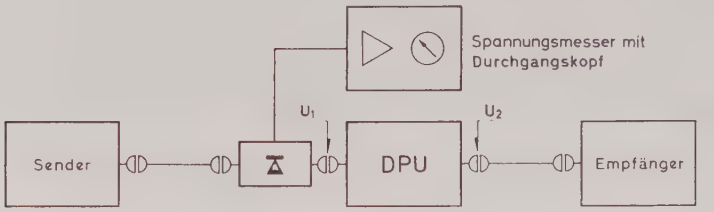

Bild 2-8 Herstellen kleiner Spannungen

geteilt wird. Die für ein bestimmtes Spannungsverhältnis U_1/U_2 einzustellende Dämpfung ergibt sich zu

$$a/\mathrm{dB} = 20 \log (U_1/U_2).$$

Beispiel 1: Es sei die Spannung 2,5 mV einzustellen, die Eingangsspannung betrage 2,5 V. Es ist eine Dämpfung einzustellen

$$a = 20 \log \frac{2{,}5}{2{,}5 \cdot 10^{-3}} = 20 \log 10^3 = 60\ \mathrm{dB}.$$

Beispiel 2: Es sei wieder die Spannung 2,5 mV einzustellen, die Eingangsspannung betrage jedoch nur max. 1 V. Es muß eine Dämpfung eingestellt werden

$$a = 20 \log \frac{1}{2{,}5 \cdot 10^{-3}} = 20\,(0{,}602 + 2) = 52{,}04\ \mathrm{dB}$$

Da die Dämpfung nur in 1-dB-Schritten verändert werden kann, würde hier ein Fehler von etwa 0,2 % entstehen. Es ist daher zweckmäßig, die für einen ganzzahligen Dämpfungswert einzustellende Spannung U_1 zurückzurechnen:

$$U_1 = U_2 \cdot 10^{52/20} = 2{,}5 \cdot 10^{2{,}6} = 995\ \mathrm{mV}.$$

Die den in dB eingestellten Dämpfungswerten entsprechenden Spannungsverhältnisse können dem Nomogramm Bild 2-9 entnommen werden.

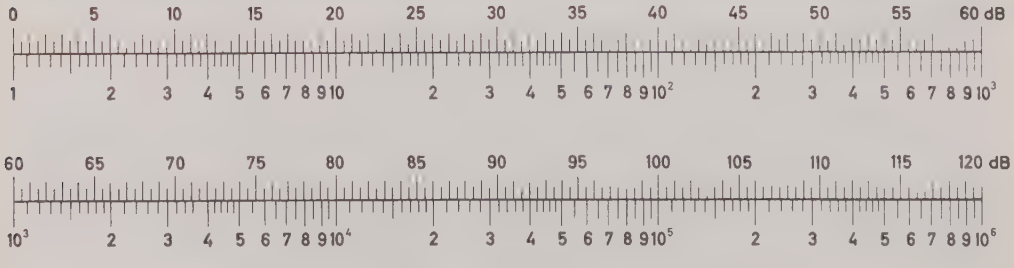

Bild 2-9 Umrechnung von linearen in logarithmierte Verhältniswerte

2.2.9.3. Ermitteln der Rauschzahl eines Empfängers

Die Rauschzahl eines Empfängers wird durch Vergleich der Eigenrauschleistung des Empfängers mit einer bestimmten zugeführten Rauschleistung ermittelt. Dazu muß der Effektivwert beider Rauschspannungen im linearen Teil des Empfängers (ZF vor der Demodulation) gemessen werden. Dies setzt einen Spannungsmesser mit quadratischer Kennlinie, z. B. ein Meßinstrument mit Thermowandler, voraus. Diese Geräte können jedoch durch impulsförmige Störspannungen leicht beschädigt werden.

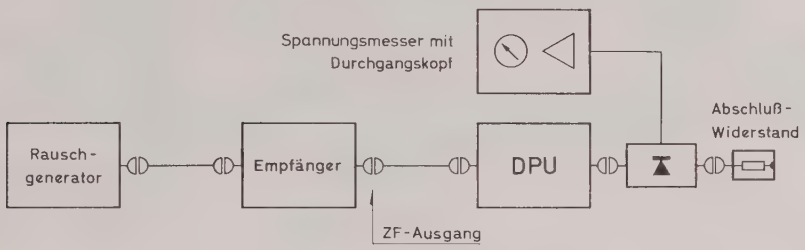

Bild 2-10 Messen der Rauschzahl eines Empfängers

Bild 2-10 zeigt eine Anordnung zur Bestimmung der Rauschzahl mit einem Spannungsmesser beliebiger Kennlinie, z. B. mit Spitzenwertgleichrichtung. Zur Messung wird zunächst die Ausgangsleistung des Rauschgenerators auf Null zurückgedreht und mit der Eichleitung ein gut ablesbarer Ausschlag am Anzeigeinstrument eingestellt (Eigenrauschen). Nach Einschalten von 3 dB an der Eichleitung wird die Ausgangsleistung des Rauschgenerators erhöht, bis der zuerst erzielte Ausschlag wieder erreicht ist. Die Rauschzahl wird dann am Rauschgenerator abgelesen.

3. Wartung und Reparatur

Die Eichleitung DPU ist wartungsfrei. Wird durch Anlegen einer zu hohen Spannung eines der Dämpfungsglieder beschädigt, so soll das Gerät ins Werk eingesandt werden. Nur in Ausnahmefällen soll die Reparatur vom Kunden vorgenommen werden. Es ist jedoch zu beachten, daß danach die in Abschnitt 1.3. angegebenen Fehlergrenzen der Dämpfung besonders bei hohen Frequenzen überschritten werden können.

3.1. Ersetzen eines Dämpfungsgliedes

Zum Austausch des defekten Dämpfungsgliedes muß die Eichleitung aus dem Kasten ausgebaut werden: Schutzkappen vom Traggriff mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, der von außen unter die Kappe geschoben wird, abheben und Traggriff abschrauben. Nach Lösen von zwei Zylinderkopfschrauben an der Bodenplatte läßt sich die hintere Hälfte des Gehäuses abnehmen.

Nun kann der Schlitten mit dem beschädigten Dämpfungsglied ausgebaut werden (Bild 3-1): Zwei Zylinderkopfschrauben an dem Schacht, in dem sich das Dämpfungsglied befindet, lösen, dabei Abdeckplatte des Schachtes gegen den Druck der eingebauten Feder nach unten drücken. Dann Abdeckplatte, die beiden ineinander liegenden Federn und den Isolierzylinder abnehmen, den Schlitten mit zwei schmalen Schraubenziehern oder Pinzette an beiden Seiten fassen und herausziehen.

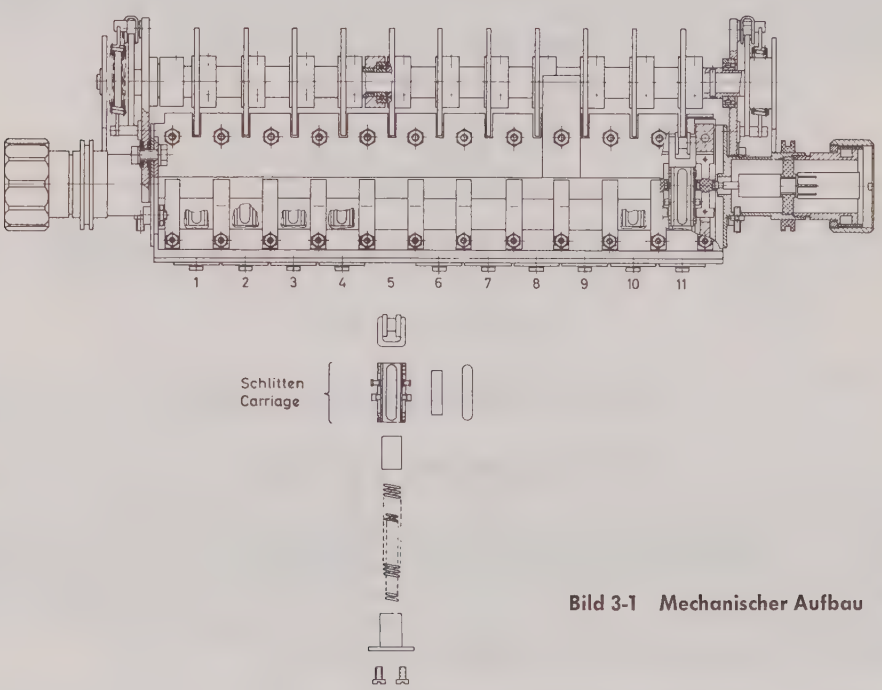

Bild 3-1 Mechanischer Aufbau

Einzelne komplette Schlitten können von R & S unter Angabe der Sach-Nummer bezogen werden. Die Eichleitung enthält folgende Dämpfungsglieder:

Dämpfung	Anzahl	Sach-Nr. bei Ausführung			In Schacht Nr.
		100.8960.50	100.8960.60	100.8960.70	
1 dB	1	18043-3.51/50	18043-3.51/60	18043-75.51	1
2 dB	2	18043-3.52/50	18043-3.52/60	18043-75.52	2, 3
5 dB	1	18043-3.53/50	18043-3.53/60	18043-75.53	4
10 dB	1	18043-3.54/50	18043-3.54/60	18043-75.54	10
20 dB	6	180433-3.4/50	180433-3.4/60	180433-3.4/75	5, 6, 7, 8, 9, 11

Vor dem Einbau des neuen Schlittens sollen die Gleitflächen und die in der Ausfräsung eingelegte Bronzefeder hauchdünn mit Knochenöl versehen werden.

INSTRUCTION BOOK

UHF ATTENUATOR SET

Type DPU

100.8960.50	100.8960.60	100.8960.70
(BN 180433/50)	(BN 180433/60)	(BN 180433/75)

Note: Always quote the Type and Order Number in addition to the Serial Number (FNr.) of the set when asking for technical information and, in particular, when ordering replacements.

Edition R 26215

Printed in West Germany

R 28000 Bl. 17

Table of Contents

1.	**General**	19
1.1	Uses	19
1.2	Description	20
1.3	Specifications	20
1.4	Recommended Extras	21
2.	**Preparation for Use and Operation**	22
2.1	Preparation for Use	22
2.1.1	Adapting the Connectors	22
2.2	Operation	23
2.2.1	Connecting the UHF Attenuator Set	23
2.2.2	Impedance Matching	23
2.2.3	Reducing the Reflection by means of Attenuators	24
2.2.4	Avoiding Noise Voltages	24
2.2.4.1	Checking the Shielding of Signal Generator and Test Receiver	25
2.2.4.2	Occurrence of a Noise Voltage	25
2.2.5	Adjusting the Input Voltage	26
2.2.6,	Adjusting the Attenuation	26
2.2.7	Electrical Length and Delay	26
2.2.8	Measuring Pulse Voltages	27
2.2.9	Uses	27
2.2.9.1	Attenuation and Gain Measurements	27
2.2.9.2	Generating Low Voltages	29
2.2.9.3	Determining the Noise Figure of a Receiver	30
3.	**Maintenance and Repair**	31
3.1	Replacing an Attenuator Section	31

1. General

1.1 Uses

The adjustable UHF Attenuator Set Type DPU (Fig. 1-1) permits DC and AC voltages up to 2 GHz to be attenuated in 140 1-dB steps. It is thus particularly suitable for attenuation and gain measurements and for voltage division. Due to the excellent shielding, the UHF Attenuator Set is very accurate even in the upper attenuation range.

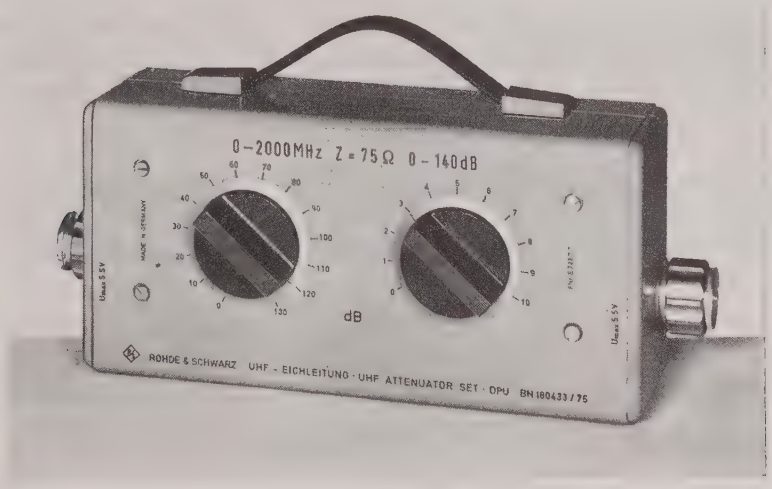

Fig. 1–1 UHF Attenuator Set Type DPU 100.8960... (BN 180433/..)

The electrical lenght and the delay time are practically independent of the frequency and attenuation so that even very short pulses (nsec) can be handled virtually without distortion. The input and the output which feature extremely low reflection can be interchanged. Mechanical stress, temperature and humidity have no noticeable influence on the characteristics of the set. The DPU can therefore be used under adverse climatic conditions.

The input and the output can be readily adapted to other connector systems be means of screw-in assemblies. However, the characteristics specified under 1.3 are fully guaranteed only if Dezifix B connectors are used.

The UHF Attenuator Set comes in three versions with the standard characteristic impedances of 50 Ω, 60 Ω and 75 Ω. If the test setup requires different characteristic impedances at the input and output, Matching Pads of the Type Series DAF with the matching ratios 50 Ω : 60 Ω, 50 Ω : 75 Ω and 60 Ω : 75 Ω can be used up to 1 GHz. If the characteristic impedances of the equipment or cables to be connected are different from the standard values, the reflection can be considerably reduced by using Attenuators Type DPF. In both cases the loss in the test setup increases; however, it need not be taken into account as long as the UHF Attenuator Set remains in the test circuit. The matching pads and the attenuators can also be adapted to other connector systems.

1.2 Description

The UHF Attenuator Set consists of switch-selected T sections of coaxial design. Due to an excellent equalization, the characteristic impedance remains purely resistive up to the highest operating frequencies.

Each T section consists of three deposited-carbon resistors which are soldered together and incorporated in a carriage which also includes a loss-free through-connection. The eleven carriages are inserted in a frame provided with coaxial connectors on both sides. Spring-loaded contacts are mounted between the carriages. Depending on the position of two adjacent carriages, the contacts connect the attenuator sections, the through-connections or the through-connection of one carriage to the attenuator section of the next. The carriages are moved by means of cams which are operated via a spur and a bevel gear when turning the associated knob on the front panel.

The 10-dB switch operates six 20-dB and one 10-dB attenuator sections, permitting all multiples of 10 dB between 0 dB and 130 dB to be adjusted. The 1-dB decade consists of four attenuator sections: 1 dB, 2 dB, 2 dB and 5 dB. In this way, any whole number between 0 dB and 10 dB can be set.

1.3 Specifications

Frequency range	0 to 2 GHz
Attenuation range	0 to 140 dB switch-selected in 10-dB and 1-dB steps
Connectors	Precision Dezifix B (tubular base) DIN 47285, adaptable

Characteristic impedance Z

100.8960.50 (BN 180433/50)	50 Ω
100.8960.60 (BN 180433/60)	60 Ω
100.8960.70 (BN 180433/75)	75 Ω

VSWR when match-terminated

up to 1.5 GHz	< 1.15
from 1.5 to 2 GHz	< 1.3

Power-handling capacity	0.4 W

Permissible input voltage E_{rms}

100.8960.50 (BN 180433/50)	4.5 V
100.8960.60 (BN 180433/60)	5.0 V
100.8960.70 (BN 180433/75)	5.5 V

Permissible pulse input voltage	max. 300 V (see Fig. 2-6)		
Error limits of attenuation	0 to 1.5 GHz	1.5 to 2 GHz	
1-dB decades			
Each decade	≦ ± 0.05 dB	≦ ± 0.1 dB	
Total error	≦ ± 0.15 dB typ. ≦ ± 0.1 dB	≦ ± 0.2 dB	
10-dB decades			
Each decade	≦ ± 0.1 dB	≦ ± 0.2 dB	
Total error up to 50 dB	≦ ± 0.2 dB	≦ ± 0.4 dB	
Total error from 60 dB on	≦ ± 0.4 dB	≦ ± 0.8 dB	

Insertion loss at 0-dB setting	DC	0.3 GHz	1.0 GHz
100.8960.50 (BN 180433/50)	≦ 0.006 dB	≦ 0.25 dB	≦ 0.6 dB
100.8960.60 (BN 180433/60)	≦ 0.013 dB	≦ 0.30 dB	≦ 0.7 dB
100.8960.70 (BN 180433/75)	≦ 0.0026 dB	≦ 0.25 dB	≦ 0.6 dB

	1.5 GHz	2 GHz
100.8960.50 (BN 180433/50)	≦ 0.8 dB	≦ 1.0 dB
100.8960.60 (BN 180433/60)	≦ 0.9 dB	≦ 1.2 dB
100.8960.70 (BN 180433/75)	≦ 0.8 dB	≦ 1.0 dB

Electrical length	approx. 42 cm
Delay	approx. 1.4 nsec
Delay variation	
over the entire attenuation range	< 0.03 nsec
over the entire frequency range	< 0.01 nsec
Operating temperature	+ 15 to + 45°C
Dimensions	W 335 mm, H 145 mm, D 115 mm
Weight	approx. 4.0 kg

1.4 Recommended Extras

Matching Pad Type DAF (0 to 1 GHz)	100.1872.02 (BN 18083) 60 : 75 Ω 100.1889.02 (BN 18084) 50 : 75 Ω 100.1895.02 (BN 18085) 50 : 60 Ω
Attenuator Type DPF (0 to 4 GHz, 10 dB)	100.1814.50 (BN 18061/50) 50 Ω 100.1814.60 (BN 18061/60) 60 Ω

2. Preparation for Use and Operation

2.1 Preparation for Use

2.1.1 Adapting the Connectors

Both Dezifix B connectors can be readily adapted to other connector systems. The adaptation does not affect the accuracy of the attenuation; however, the VSWR may increase considerably. The electrical length of the line is also changed. With some connector systems, difficulties may occur in the upper attenuation range.

For adaptation, unscrew the outer conductor with the adapting wrench and the inner conductor with a 4-mm screwdriver. Then replace these parts by those of the required screw-in assembly. The following screw-in assemblies are available:

Connector	Characteristic Impedance	Order Number of Screw-in Assembly
DEZIFIX A	50 Ω	FA 018.1915
PREZIFIX A	50 Ω	FA 018.1980
RF socket 4,1/9,5	50 Ω	FK 017.8516
RF plug 4,1/9,5	50 Ω	FK 017.9106
RF socket 3,5/9,5	60 Ω	FK 017.8580
RF plug 3,5/9,5	60 Ω	FK 017.9158
RF socket 7/16	50 Ω	FK 017.8739
RF plug 7/16	50 Ω	FK 017.9258
RF socket 6/16	60 Ω	FK 017.8780
RF plug 6/16	60 Ω	FK 017.9306
BNC socket	50 Ω	FJ 017.5730
BNC plug	50 Ω	FJ 017.7832
BNC socket	75 Ω	FJ 017.5846
C socket	50 Ω	FJ 017.5530
C plug	50 Ω	FJ 017.7761
C socket	75 Ω	FJ 017.5575
HN socket	50 Ω	FJ 017.5998
HN plug	50 Ω	FJ 017.7978
N socket	50 Ω	FJ 017.5398
N plug	50 Ω	FJ 017.7532
N socket	75 Ω	FJ 017.5446
N plug	75 Ω	FJ 017.7655
UHF socket	50 Ω	FJ 017.5217
UHF plug	50 Ω	FJ 017.7384
UHF socket	75 Ω	FJ 017.5252
General Radio 874 B	50 Ω	FJ 017.9564
General Radio 900	50 Ω	FJ 017.9706
Marconi H 4	50 Ω	FJ 017.9835

Adapting wrenches FG 019.1883 and FG 019.1890

2.2 Operation

2.2.1 Connecting the UHF Attenuator Set

The UHF Attenuator Set is of symmetrical design, either of the two connectors can be used as input or output. The connection to other instruments of the test setup should be direct, i. e. without cables. If there is, however, not enough room, use short coaxial cables whose characteristic impedance corresponds to that of the UHF Attenuator Set and whose VSWR does not exceed 1.2. The same requirements apply to the equipment connected to the DPU. Only in this way can accurate results be obtained, particularly at high frequencies, for which the UHF Attenuator Set is equally well suitable. The DPU should be connected between test item and signal generator or between test item and receiver as required according to 2.2.5.

2.2.2 Impedance Matching

The UHF Attenuator Set can be connected at one end or both ends to instruments of unequal characteristic impedance. If the frequency of the test voltage does not exceed 1000 MHz, a Matching Pad Type DAF can be inserted between the DPU and the measuring instrument. The following Matching Pads are available:

Model	Z transformation	Attenuation	f
100.1872.02 (BN 18083)	from 60 Ω to 75 Ω	4 dB	0 to 1000 MHz
	from 75 Ω to 60 Ω	6 dB	
100.1889.02 (BN 18084)	from 50 Ω to 75 Ω	4.2 dB	
	from 75 Ω to 50 Ω	7.8 dB	
100.1895.02 (BN 18085)	from 50 Ω to 60 Ω	4.2 dB	
	from 60 Ω to 50 Ω	5.8 dB	

The Matching Pad is inserted into the test setup according to Fig. 2-1. The inherent attenuation of the pads, which is dependent on the direction, must be taken into account

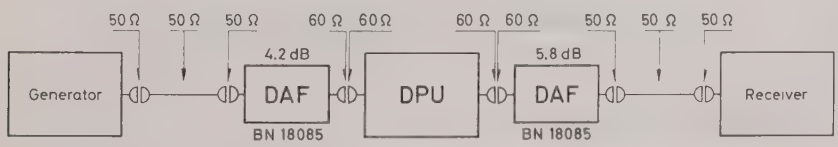

Fig. 2-1 Impedance matching

only if the pads are removed or added in the course of the measurement. In any case, the signal generator must deliver a correspondingly higher EMF in order to compensate for the additional attenuation.

2.2.3 Reducing the Reflection by means of Attenuators

If the characteristic impedances of the measuring instruments, test item or connecting cables are not only unequal but differ from the standard values, the reflections produced can be reduced by using Attenuators of Type DPF (10 dB). The 10-dB pad divides the test voltage (incident signal) by 3.16 and the reflected signal by 10. Fig. 2-2 gives an

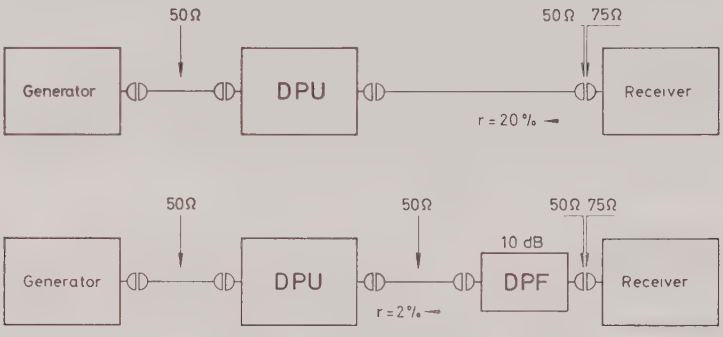

Fig. 2-2 Reducing the reflection by means of attenuators

example, though in this test setup with different standard characteristic impedances a Matching Pad Type DAF would be preferable because of smaller attenuation.

When using the 10-dB Attenuator Type DPF the following rule applies: Any instrument whose characteristic impedance is 1/3 to 3 times that of the UHF Attenuator Set can be adapted to the DPU via an attenuator of equal characteristic impedance. In the most adverse case the reflection is max. 5 % (VSWR = 1.105). In Fig. 2–3 a test item whose

Fig. 2-3 Reducing the reflection in the case of variable characteristic impedances

characteristic impedance differs from the standard values is adapted to a test setup of Z = 60 Ω. Note that the measured values are valid only if, even after the measurement, the test item is connected at both ends to instruments whose output or input impedance, respectively, is 60 Ω. The matching method represented in Figs. 2–1 to 2–3 can be combined, extending the range of application of Type DPU considerably.

2.2.4 Avoiding Noise Voltages

The accuracy of the attenuation value adjusted primarily depends on the accuracy of the individual resistances in the attenuator sections, which, for this reason, have very narrow tolerances. With high attenuations, i. e. with very low output voltages, an exact division requires in addition that no energy passes from the input of the UHF Attenu-

ator Set to the output without passing through the attenuator sections. Type DPU meets this requirement due to its coaxial design and excellent shielding. Nevertheless, it may happen that, with high attenuations, a higher voltage is present at the input of the receiver than can be calculated from the attenuation adjusted, or that an extremely low voltage cannot be obtained thought the corresponding attenuation is switched in. This is due to a noise voltage which is superimposed on the useful signal and must be eliminated prior to the measurement. The noise voltage is produced in the connections to the other instruments of the test setup or to AC supply; sometimes it is due to a defective shielding of the signal generator or the test receiver.

2.2.4.1 Checking the Shielding of Signal Generator and Test Receiver

For this purpose, the receiver input is separated from the test setup and terminated with a coaxial load (e.g. SHF Termination Type RMC). Apart from the noise, no voltage must be indicated with the receiver set for maximum sensitivity and the instruments tuned to the test frequency. The shielding can also be checked by adjusting the maximum attenuation of 140 dB on the DPU after establishing the necessary connections. With a signal generator output of 5 V for instance, 0.5 μV is applied to the receiver input. At frequencies above 1 GHz, the sensitivity of most receivers is not high enough to distinguish this voltage from the noise. If an indication is obtained, a fault must be present.

2.2.4.2 Occurrence of a Noise Voltage

Fig. 2–4 gives an example representative of many cases where a noise voltage is produced. The noise voltage source E_s becomes effective between the chassis of the signal generator and the chassis of the measuring instrument (receiver), and a current I_n flows

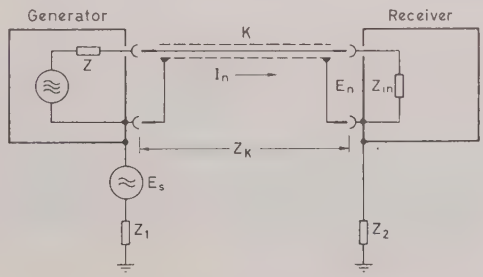

Fig. 2-4 Occurrence of a noise voltage

in the outer conductor of the coaxial cable K which has the resistance Z_k. The noise voltage occurring at the receiver input Z_{in} is

$$E_n = I_n \times Z_k = E_s \frac{Z_k}{Z_1 + Z_2 + Z_k} \qquad (Z_{in} \gg Z)$$

The noise voltage will be smaller as Z_1 and Z_2 increase and Z_k decreases, the latter being composed of the outer conductor resistance and of the contact resistance of the two

connectors. For this reason, it is very important that the connectors make perfect contact with their entire faces. Pointwise contact making, which is caused by impact, oxidation, dust or grease, increases the contact resistance considerably, particularly at high frequencies.

The noise voltage E_s can have the frequency of the signal voltage or that of the AC supply (hum). Hum is often introduced into the test setup via the winding capacitance of the power transformer or other stray capacitances. Noise may also be caused by earth conductors carrying mains currents or loops in which voltages are induced by magnetic fields.

2.2.5 Adjusting the Input Voltage

The input voltage should be adjusted such that the meter of the test receiver shows a deflection in the upper third of the scale (see also 2.2.9). Make sure that the voltage applied to the UHF Attenuator Set does not exceed the value specified under 1.3 (power-handling capacity max. 0.4 W) and that the test item is not overdriven. These two requirements are decisive for the position of the DPU, i.e. whether it is inserted ahead of or after the test item. The voltage available at the output of the UHF Attenuator Set can be calculated according to 2.2.9.2. Values between two 1-dB steps can be determined by adjusting the input voltage such that the meter shows a deflection of 85 % of f.s.d. on the linear scale. 1 % (1 division on a 100-division scale) corresponds to 0.1 dB in the range 80 to 90 % ($\pm$ 5 %). Neither calibration of the scale nor arithmetic interpolation is required.

2.2.6 Adjusting the Attenuation

The attenuation is adjusted by means of two controls on the front panel. As the corresponding values are engraved, the direction of rotation is evident. The attenuation adjusted is obtained by adding the two values indicated. The frequency-dependent residual attenuation (insertion loss at 0-dB setting; see 1.3) must be taken into account in absolute voltage measurements. If the DPU remains in circuit in relative measurements, the residual attenuation is eliminated. Values between two 1-dB steps can be determined on the meter of the test receiver (see 2.2.5).

2.2.7 Electrical Length and Delay

The electrical length of the UHF Attenuator Set is 42 cm, measured at 300 MHz, for instruments fitted with Dezifix B connectors. This corresponds to a delay of 1.4 nsec. Since the electrical length of the attenuator sections and that of the non-attenuating through-connections are virtually equal, the total electrical length is largely independent of the attenuation adjusted. The changes in delay due to electrical reasons are in any case less than 0.05 nsec and can be neglected in most cases. If the UHF Attenuator Set is adapted to another connector system, the electrical length may change accordingly.

2.2.8 Measuring Pulse Voltages

Due to its large bandwidth and its unvarying electrical length in all switch positions, the UHF Attenuator Set Type DPU is suitable for transmitting extremely narrow pulses down to the nsec range (see Fig. 2-5). Depending on the pulse width τ and the duty cycle T/τ,

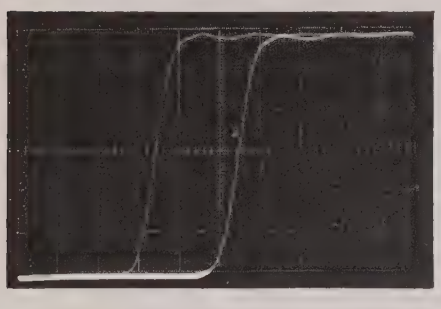

Fig. 2-5 nsec pulse at the input and at the output (A) of the Attenuator Set (1 nsec/cm).

the peak voltage Us may exceed the rms value of approx. 5 V permissible for sinusoidal voltages and reach max. 300 V. See Fig. 2-6 for the permissible values which should remain underneath the represented curve.

Example: $\tau = 10$ msec. 10 V is permissible with a duty cycle of 4, 50 V with a duty cycle of 100. The duty cycle can be increased as desired; however, the peak voltage must not exceed 125 V. This limit decreases with increasing pulse width τ and is approx. 5 V for a pulse duration of $>$ 100 sec.

2.2.9 Uses

2.2.9.1 Attenuation and Gain Measurements

In most cases, the gain and attenuation measurements are relative voltage measurements. A signal generator delivers the required EMF and the result is indicated on a selective or a broadband test receiver. The frequency, accuracy and sensitivity of these

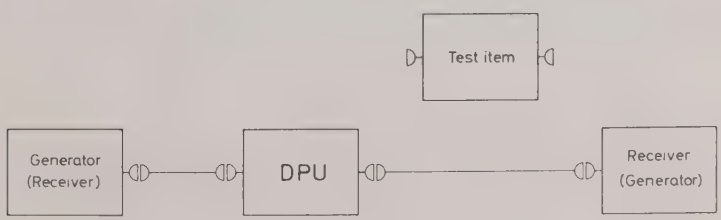

Fig. 2-7 Attenuation and gain measurements

instruments depend on the measurement problem. The input and the output impedances of the test item connected must be resistive (VSWR $<$ 1.2) and equal to one of the stand-

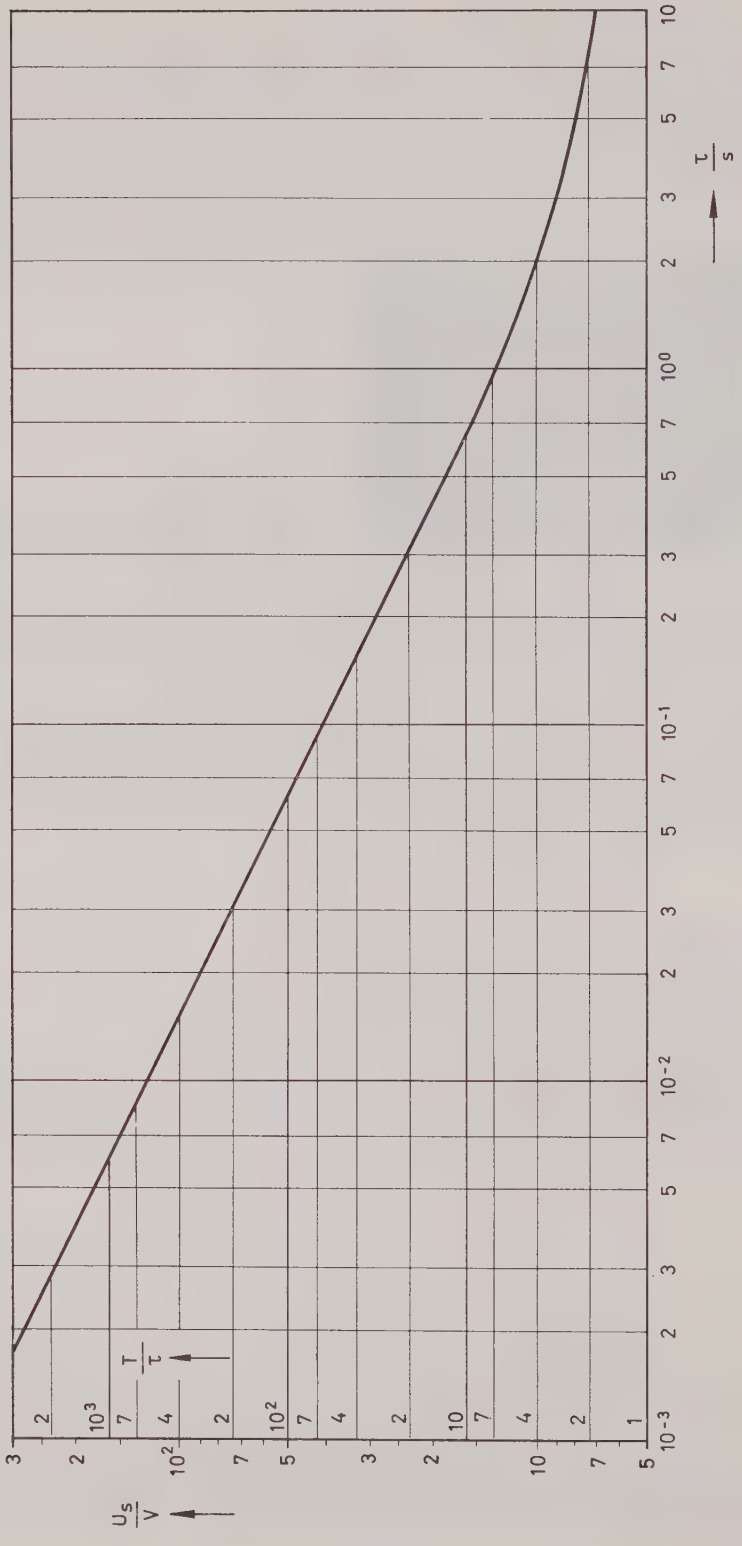

Fig. 2-6 Loading curve for pulse voltages

ard characteristic impedances. In the case of a different characteristic impedance, a Matching Pad Type DAF (see 2.2.2) must be used. If the reflection of the instruments connected is too high, a 10-dB Attenuator DPF (see 2.2.3) must be inserted. The corresponding test setup is shown in Fig. 2-7. During the measurement, only the test item is disconnected. The feed lines are directly connected.

Attenuation Measurement: Adjust a slightly higher attenuation a_1 on the UHF Attenuator Set than the test item will probably have. Example:

$$a_1 = a_{test} + 10 = 80\,dB$$

Remove test item and establish direct connection. If required, tune the test receiver and adjust the EMF according to 2.2.5 such that an indication of 85 % of f.s.d. is obtained on the linear scale. Connect the test item ahead of or after the UHF Attenuator Set and reduce the attenuation of Type DPU such that an indication of 85±5% of f.s.d. is again obtained. Let the attenuation a_2 be 12 dB. The attenuation of the test item is then

$$a = a_1 - a_2 = 80 - 12 = 68\,dB.$$

If, for instance, a deflection of only 81 % is obtained when adjusting a_2, the attenuation of the UHF Attenuator Set is 0.4 dB too high and the accurate attenuation of the test item is

$$a = 68 + 0.4 = 68.4\,dB.$$

Gain Measurement: The measurement is essentially the same. Start with 0 dB or a low basic attenuation a_1 set on the DPU (e. g. 10 dB), adjust for 85 % of f.s.d. and, after insertion of the test item, increase the attenuation such that 85±5% of f.s.d. is obtained. In this example the attenuation a_2 is 53 dB, the indication 88 %. The gain of the test item results as

$$G = a_2 - a_1 + 0.3 = 53 - 10 + 0.3 = 43.3\,dB.$$

2.2.9.2 Generating Low Voltages

The test setup according to Fig. 2-8 permits voltages of the order of mV and µV to be accurately adjusted even at high frequencies. A voltmeter with insertion unit measures

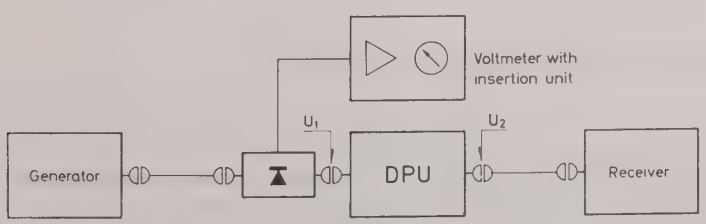

Fig. 2-8 Generating low voltages

the input voltage E_1 which is divided by the UHF Attenuator Set to the desired value E_2. The attenuation to be set for a given voltage ratio E_1/E_2 is obtained from

$$a/dB = 20 \log (E_1/E_2)$$

Example 1: A voltage of 2.5 mV is to be generated. The input voltage is 2.5 V. The attenuation to be adjusted is

$$a = 20 \log \frac{2.5}{2.5 \times 10^{-3}} = 20 \log 10^3 = 60 \text{ dB}$$

Example 2: The voltage of 2.5 mV is again to be generated. However, the input voltage is max. 1 V. In this case the attenuation to be adjusted is

$$a = 20 \log \frac{1}{2.5 \times 10^{-3}} = 20 (0.602 + 2) = 52.04 \text{ dB}.$$

Since the attenuation can be varied only in steps of 1 dB, an error of approx. 0.2 % would result. To avoid even this small error, the voltage E_1 to be adjusted for an integer attenuation value can be calculated in the reverse order:

$$E_1 = E_2 \times 10^{52/20} = 2.5 \times 10^{2.6} = 995 \text{ mV}.$$

The voltage ratios corresponding to the attenuation set in dB are given in Fig. 2-9.

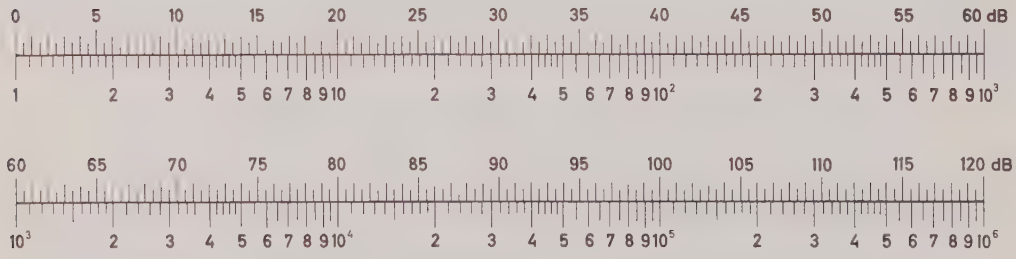

Fig. 2-9 Conversion of linear into logarithmic values

2.2.9.3 Determining the Noise Figure of a Receiver

The noise figure of a receiver is determined by comparing the inherent noise voltage with a given noise power applied to the receiver. For this purpose, measure the rms value of both noise voltages in the linear portion of the receiver (IF before demodulation). A square-law responsive voltmeter, for instance a thermocouple type meter, is normally used to this effect. However, these instruments can easily be damaged by pulse voltage surges.

Fig. 2-10 shows a test setup for determining the noise figure with the aid of any voltmeter, e. g. a peak-responsive voltmeter. First reduce the output power of the noise generator to zero and adjust the UHF Attenuator Set such that an easily readable deflection is obtained on the meter (inherent noise). Increase the switched-in attenuation by 3 dB and adjust the noise generator such that the voltmeter deflection is the same as before. The noise figure can then be read on the noise generator.

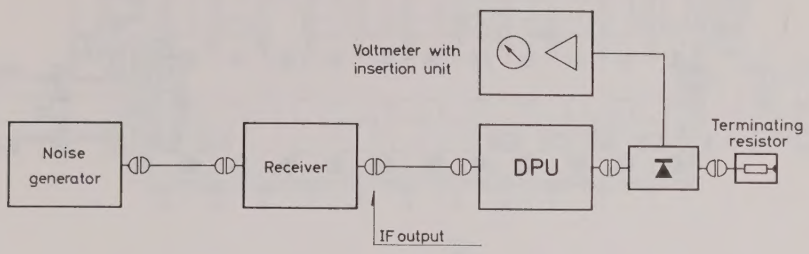

Fig. 2-10 Measuring the noise figure of a receiver

3. Maintenance and Repair

The UHF Attenuator Set Type DPU does not require any maintenance. Return the set to the factory if one of the attenuator sections has been damaged by applying too high a voltage. The repair should be made at the customer's end only in exceptional cases. However, note that the error limits specified under 1.3 might afterwards be exceeded, particularly at high frequencies.

3.1 Replacing an Attenuator Section

Withdraw the UHF Attenuator Set from its cabinet. For this purpose, first remove the protective caps of the carrying handle with the aid of a small screwdriver and unscrew the handle. After loosening the two cylinder-head screws on the bottom plate, remove the rear half of the steel cabinet.

Now withdraw the carriage containing the damaged attenuator section (Fig. 3-1). First unscrew the two cylinder-head screws at the corresponding compartment. When loosening these screws, press the cover plate of the compartment down against the spring. Then remove the cover plate, the two springs lying within one another and the insulating cylinder. Pull out the carriage with the aid of two small screwdrivers or with tweezers.

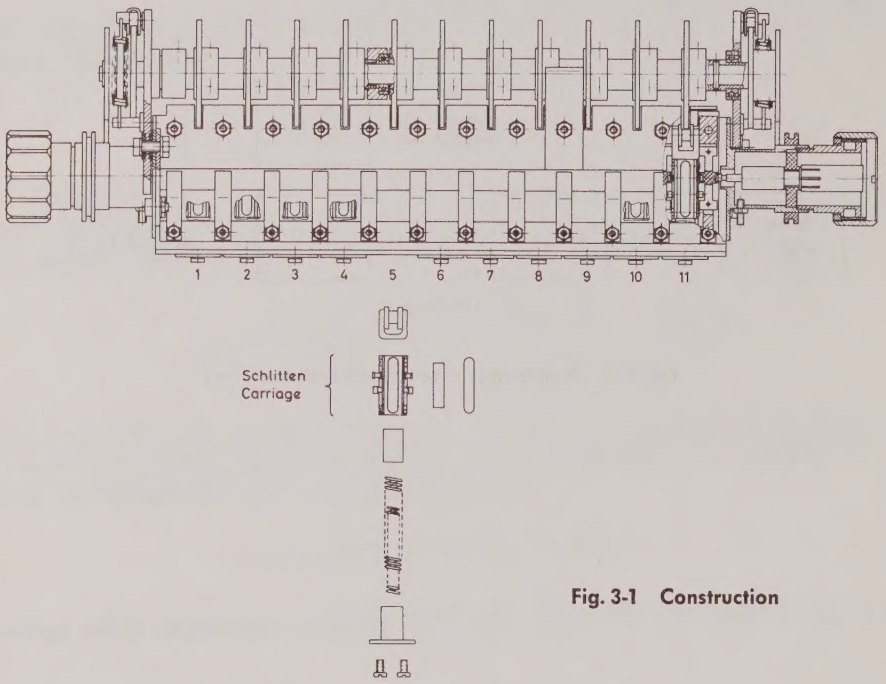

Fig. 3-1 Construction

Complete carriages are available from R & S. Make sure to indicate the corresponding order number. The UHF Attenuator Set contains the following attenuator sections:

Attenuation	Quantity	Order No. for			Compartment
		100.8960.50	100.8960.60	100.8960.70	
1 dB	1	18043-3.51/50	18043-3.51/60	18043-75.51	1
2 dB	2	18043-3.52/50	18043-3.52/60	18043-75.52	2, 3
5 dB	1	18043-3.53/50	18043-3.53/60	18043-75.53	4
10 dB	1	18043-3.54/50	18043-3.54/60	18043-75.54	10
20 dB	6	180433-3.4/50	180433-3.4/60	180433-3.4/75	5, 6, 7, 8, 9, 11

Prior to inserting the new carriage, apply a drop of neat's-foot oil to the gliding surfaces and the bronze spring located in the corresponding slot.

www.manualsplus.com
1003682